(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Numéro de publication: **0 364 353 A1**

(12) DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(21) Numéro de dépôt: **89402789.5**

(51) Int. Cl.5: **G05D 1/03 , G01C 21/00**

(22) Date de dépôt: **10.10.89**

(30) Priorité: **12.10.88 FR 8813438**

(43) Date de publication de la demande: **18.04.90 Bulletin 90/16**

(84) Etats contractants désignés: **DE ES GB IT NL SE**

(71) Demandeur: **COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE**
31/33, rue de la Fédération
F-75015 Paris(FR)

(72) Inventeur: **Detriche, Jean-Marie**
6 La Gaillarderie
F-78590 Noisy Le Roi(FR)
Inventeur: **Micaelli, Alain**
9 rue Durand Benech
F-92260 Fontenay Aux Roses(FR)

(74) Mandataire: **Mongrédien, André et al**
c/o BREVATOME 25, rue de Ponthieu
F-75008 Paris(FR)

(54) Procédé de mesure de l'évolution de la position d'un véhicule par rapport à une surface.

(57) Procédé de mesure de l'évolution de la position d'un véhicule (1) pourvu d'un moyen de prise de vues fixe (4). Des vues d'une surface (5) garnie de motifs de repérage (6, 7) sont prises consécutivement, et on compare des fragments de vues appartenant à des parties communes d'images consécutives pour en déduire les déplacements du véhicule (1).

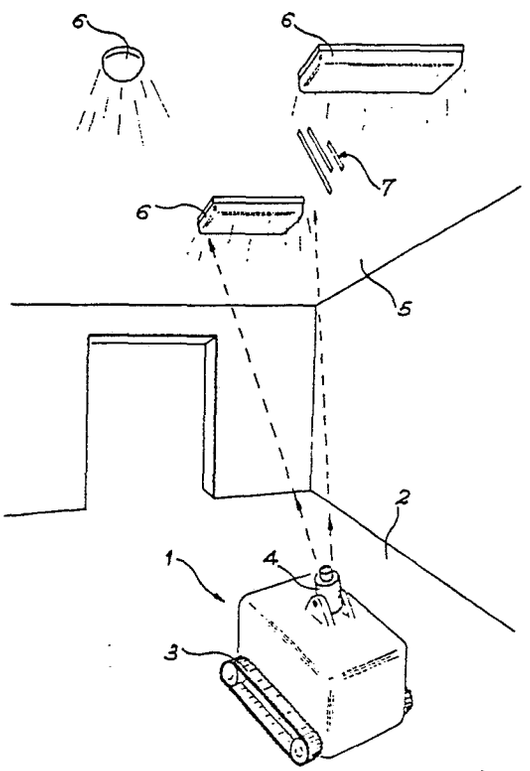


FIG. 1

EP 0 364 353 A1

PROCEDE DE MESURE DE L'EVOLUTION DE LA POSITION D'UN VEHICULE PAR RAPPORT A UNE SURFACE

L'invention se rapporte à un procédé de mesure de l'évolution de la position d'un véhicule par rapport à une surface.

Parmi les procédés déjà utilisés pour guider un véhicule tel qu'un robot dans un environnement déterminé, on peut signaler ceux qui consistent à repérer au moyen de barrettes de capteurs le passage du véhicule devant des lignes de graduation verticales peintes sur un mur, à comparer une image prise par un moyen de prise de vues à une image emmagasinée dans la mémoire du robot, à observer l'évolution des détails de l'environnement en avant du véhicule au cours de sa marche, et à créer une image tridimensionnelle de l'environnement par deux caméras orientées différemment.

Le premier procédé nécessite des repères immuables utilisés uniquement à cette fin ; le deuxième utilise une image mémorisée et nécessite un apprentissage, ce qui est trop peu souple pour de nombreuses applications ; les troisième et quatrième, qui nécessitent de puissants moyens de calcul, sont utilisés principalement pour l'évitement d'obstacles, la génération automatique de trajectoires dans un environnement encombré ou non structuré, c'est-à-dire muni d'obstacles dont la position peut varier.

Les procédés connus s'intéressent en outre généralement à la position absolue du véhicule dans l'environnement, ce qui est superflu pour un certain nombre d'applications.

On propose d'après l'invention un procédé de mesure de l'évolution de la position d'un véhicule qui soit utilisable pour de nombreux types d'environnement et qui soit simple à mettre en oeuvre pour permettre des mesures en temps réel.

Le procédé de mesure de l'évolution de la position d'un véhicule, muni d'un moyen fixe de prise d'images, conforme à l'invention est caractérisé en ce qu'il consiste à prendre périodiquement des images d'une surface garnie de motifs de repérage, à sélectionner une partie de chaque image située à une position déterminée sur l'image, à rechercher sur l'image suivante une partie identique à la partie sélectionnée et à déduire l'évolution de la position du véhicule entre les moments où les deux images ont été prises par comparaison des positions de la partie sélectionnée et de la partie identique sur leurs images respectives.

La surface garnie de motifs de repérage est avantageusement parallèle à la surface sur laquelle évolue le véhicule et peut éventuellement être confondue avec elle. La partie sélectionnée des images est en général située dans une portion desdites images orientée vers le sens de marche du véhicule.

Suivant une variante du procédé, on peut tout d'abord rechercher sur l'image suivante non pas la totalité de la partie sélectionnée de l'image précédente, mais un fragment de celle-ci. Si le fragment a pu être identifié sur l'image suivante, on examine si les alentours du fragment identifié et du fragment sélectionné sont identiques. Dans la négative, on peut sélectionner un autre fragment, éventuellement plus étendu, et on recommence l'opération de recherche.

On va maintenant commenter l'invention plus en détail à l'aide des figures suivantes annexées à titre illustratif et nullement limitatif :

- la figure 1 est une vue schématique d'un véhicule équipé d'un appareillage permettant la mise en oeuvre du procédé et évoluant dans un environnement approprié,
- la figure 2 représente une conception équivalente à celle de la figure 1,
- et la figure 3 explicite le procédé.

La figure 1 représente un véhicule robot 1 qui se déplace sur un plancher (surface d'évolution) 2 sur des chenilles 3, des roues ou tout moyen connu. Des moteurs permettent de diriger le véhicule 1 et des capteurs tels que des odomètres ou des gyromètres sont censés le guider en fournissant des informations de déplacement à une unité de commande qui agit sur les moteurs.

Comme les indications des capteurs dérivent avec le temps, le véhicule 1 est pourvu d'un moyen de prise de vues ou d'image tel qu'une caméra 4. La caméra 4 est fixe par rapport au véhicule 1, c'est-à-dire qu'elle est dirigée dans une direction constante par rapport à celui-ci. Sur la figure 1, elle est orientée vers un plafond 5, mais ce n'est pas obligatoire et elle peut tout aussi bien être orientée vers une autre surface garnie de motifs de repérage suffisants, de préférence perpendiculairement à cette surface ou avec une légère obliquité vers le sens de marche du véhicule 1. Il est simplement plus pratique que cette surface soit sensiblement parallèle à la surface d'évolution 2 du véhicule 1.

Les motifs de repérage peuvent prendre des formes très diverses selon les capacités de visualisation du moyen de prise d'images. On peut ainsi utiliser les moyens d'éclairage 6 accrochés au plafond 5, ou encore des bandes ou des formes quelconques 7 réfléchissantes ou de couleurs différentes. Aucune régularité, aucune symétrie n'est nécessaire et on peut même admettre des motifs sujets à des évolutions d'aspect, comme on va le constater plus loin.

La figure 2 montre un exemple de véhicule 1 muni d'une caméra 4′ orientée vers le plancher 2 lui-même. La surface d'évolution du véhicule 1 est alors confondue avec la surface garnie de motifs de repérage, qui sont ici constitués de carrelages 8 de couleurs diverses mais qui pourraient de nouveau prendre des formes très diverses.

Dans tous les cas, le procédé de mesure de l'évolution de la position du véhicule 1, qui permet de se passer des informations sujettes à incertitudes des capteurs de déplacement, consiste à prendre périodiquement des images de la surface garnie de motifs de repérage.

La figure 3 montre deux de ces images prises consécutivement : une première image 9 et une deuxième image 10. Les deux images 9 et 10 sont distantes d'un écart longitudinal ΔY, d'un écart transversal ΔX et d'un écart angulaire $\Delta\theta$, ces trois écarts correspondant respectivement aux déplacements longitudinal, de côté et de lacet du véhicule 1, et elles possèdent une partie commune 11 où elles se chevauchent.

Le logiciel définit une partie sélectionnée 12 sur la première image 9, normalement vers le sens de marche du véhicule 1, et la met en mémoire. Quand la deuxième image 10 est prise, il recherche sur celle-ci une partie identique à la partie sélectionnée 12, ce qui est possible puisque les images sont prises à des intervalles de temps suffisamment rapprochés pour que la partie sélectionnée 12 soit incluse dans la partie commune 11.

Les positions de la partie sélectionnée 12 sur la première image 9 et de la partie identique à la partie sélectionnée sur la deuxième image 10 sont ensuite comparées pour en déduire les écarts ΔX, ΔY et $\Delta\theta$.

La recherche sur la deuxième image 10 peut évidemment ne s'exercer que sur une partie de celle-ci où on s'attend à trouver la partie identique à la partie sélectionnée 12 et notamment sa partie arrière. La partie avant de la deuxième image 10 est alors utilisée pour définir une nouvelle partie sélectionnée 13.

Quand les déplacements du véhicule 1 ont été calculés, l'unité de commande agit sur les moteurs pour diriger le véhicule 1 vers un point suivant de sa trajectoire où une nouvelle image sera prise. Les capteurs de déplacement sont utilisés pour guider approximativement le véhicule 1 vers ce point.

La fréquence de prise d'images peut être définie arbitrairement ou être réglée par le véhicule 1 lui-même en fonction de sa vitesse et du champ de vision de la caméra 4.

Plusieurs variantes du procédé sont envisageables afin d'accélérer les calculs. On peut ainsi rechercher tout d'abord sur la deuxième image 10 uniquement un fragment identique à un fragment 14 de la partie sélectionnée 12. Quand le logiciel estime que ce fragment identique a été trouvé, il compare les alentours du fragment sélectionné 14 -la position de la partie sélectionnée 12 non incluse dans le fragment sélectionné 14- aux alentours du fragment identique. Si la comparaison est concluante, l'identification est confirmée. Dans le cas contraire, il faut admettre qu'il y a eu confusion et une nouvelle identification est tentée à partie d'un autre fragment 14′ de la partie sélectionnée 12, éventuellement plus étendu que le précédent. Il en va de même si l'identification n'a pas abouti.

Cette méthode permet de tenir compte de la modification éventuelle des motifs de repérage, par exemple d'extinction intempestive d'une partie des moyens d'éclairage 6 : le logiciel constate que la partie identifiée sur la deuxième image 10 n'est pas tout à fait identique à la partie sélectionnée 12, mais néglige ces légères différences.

Les informations déduites des images sont utilisées par l'unité de commande pour corriger les informations des capteurs de déplacement. Les corrections peuvent être effectuées soit périodiquement, soit quand l'identification des deux images consécutives a été très bonne et ne laisse donc subsister aucun doute sur les déplacements du véhicule 1 entre les moments de prise de ces images.

Revendications

1. Procédé de mesure de l'évolution de la position d'un véhicule (1) muni d'un moyen de prise d'images fixes (4, 4′) sur une surface d'évolution (2), caractérisé en ce qu'il consiste à prendre périodiquement des images (9, 10) d'une surface (2, 5) garnie de motifs de repérage (6, 7, 8), à sélectionner une partie (12) de chaque image située à une position déterminée sur l'image (9), à rechercher sur l'image suivante (10) une partie identique à la partie sélectionnée (12) et à déduire l'évolution de la position du véhicule (1) entre les moments où les deux images (9, 10) ont été prises par comparaison des positions de la partie sélectionnée (12) et de la partie identique à la partie sélectionnée sur leurs images respectives.

2. Procédé de mesure de l'évolution de la position d'un véhicule suivant la revendication 1, caractérisé en ce que la surface d'évolution (2) du véhicule est parallèle à la surface (5) garnie de motifs de repérage.

3. Procédé de mesure de l'évolution de la position d'un véhicule suivant la revendication 2, caractérisé en ce que la surface d'évolution du véhicule est confondue avec la surface garnie de motifs de repérage.

4. Procédé de mesure de l'évolution de la

position d'un véhicule suivant l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que la partie sélectionnée (12) de l'image (9) est située dans une position de ladite image orientée vers le sens de marche du véhicule.

5. Procédé de mesure de l'évolution de la position d'un véhicule suivant l'une quelconque des revendications 1 à 4, caracterisé en ce qu'on recherche au préalable sur l'image suivante (10) un fragment identique à un fragment (14) de la partie sélectionnée (12).

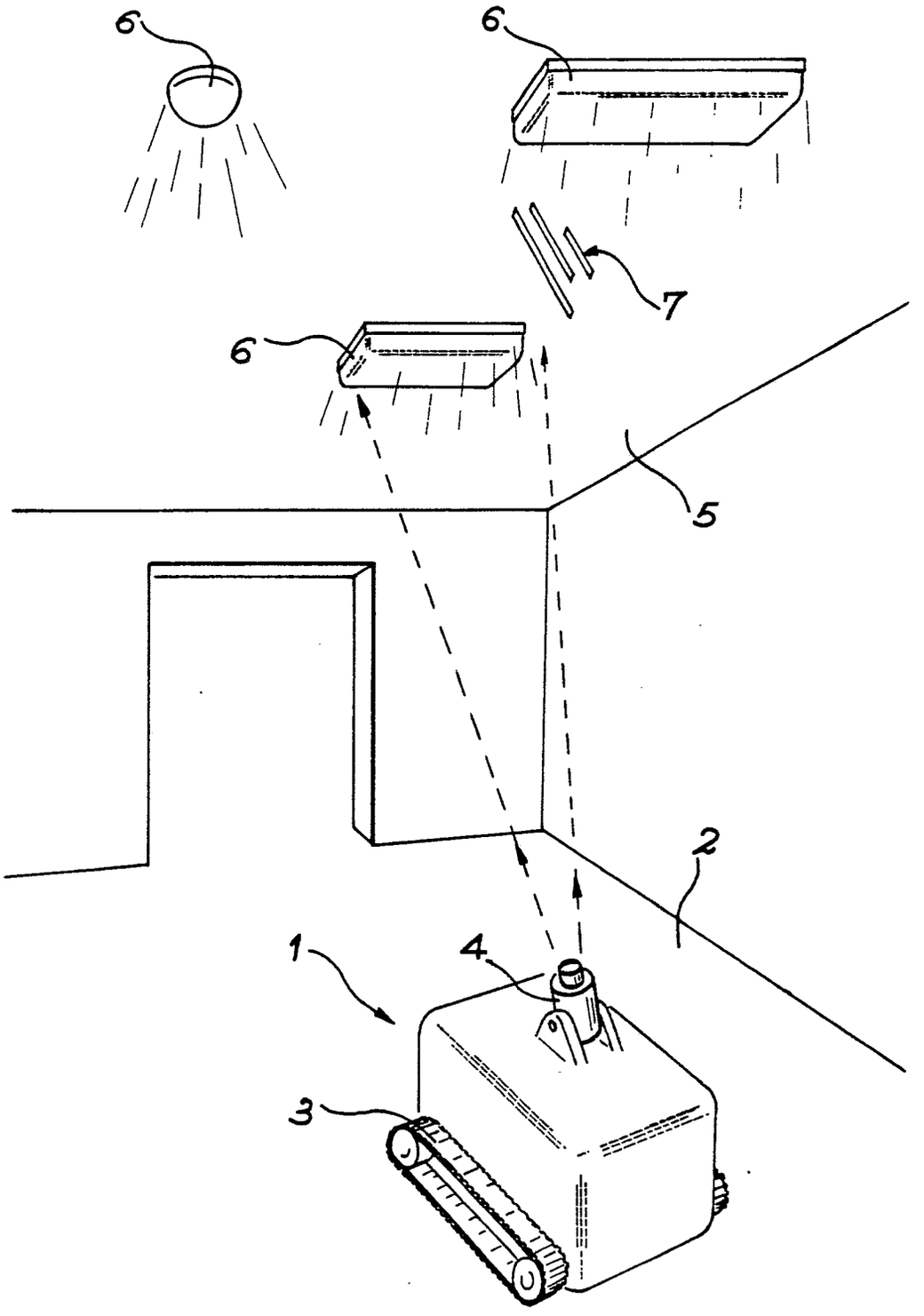


FIG. 1

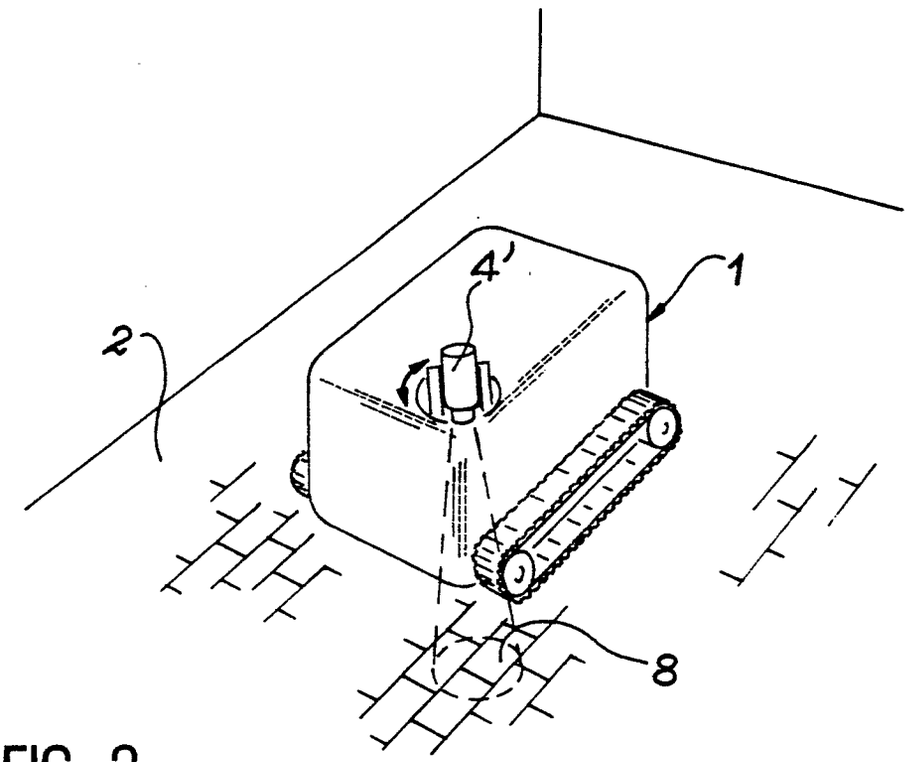


FIG. 2

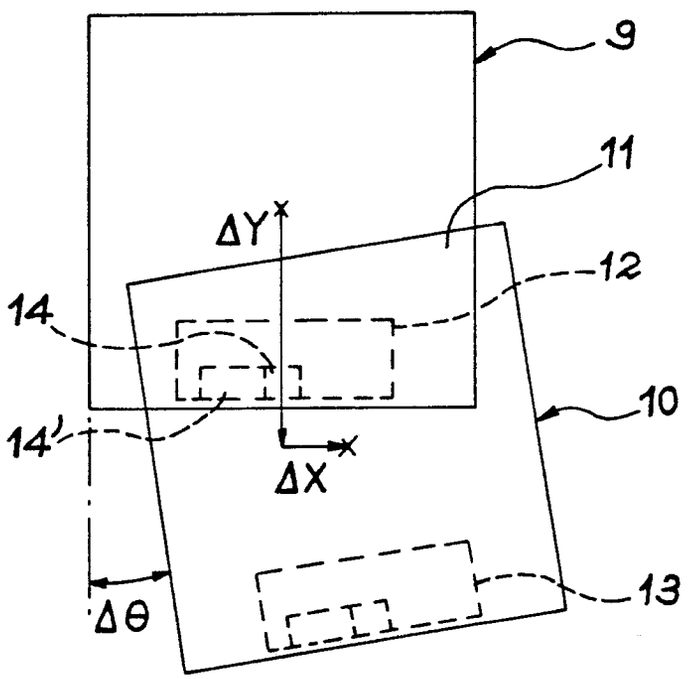


FIG. 3

Office européen des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande

EP 89 40 2789

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.5)
A	FR-A-2 554 612 (O.N.E.R.A. et al.) * Revendication 1; figure 1 * ---	1	G 05 D 1/03 G 01 C 21/00
A	EP-A-0 125 350 (MARCONI) * Abrégé; figure 2; revendication 1 * ---	1	
A	FR-A-2 535 068 (NIPPON YUSOKI et al.) * Figures 1-3; abrégé; revendications 1-3 * ---	1	
A	EP-A-0 139 292 (HITACHI) * Figure 3; abrégé; revendication 1 * ---	1	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, vol. 11, no. 103 (P-562)[2550], 2 avril 1987, page 38 P 562; & JP-A-61 251 911 (KOMATSU LTD) 08-11-1986 * En entier * -----	1	

DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)

G 01 C
G 05 D
G 01 S

Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications

Lieu de la recherche	Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
LA HAYE	11-01-1990	KOLBE W.H.

CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES

X : particulièrement pertinent à lui seul
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie
A : arrière-plan technologique
O : divulgation non-écrite
P : document intercalaire

T : théorie ou principe à la base de l'invention
E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date
D : cité dans la demande
L : cité pour d'autres raisons

& : membre de la même famille, document correspondant

EPO FORM 1503 03.82 (P0402)